SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET



RUDARSKA MJERENJA

(Knjiga se može kupiti u knjižnici RGN-a te u skriptarnici Geodetskog fakulteta.)



Radovan Marjanović Kavanagh

UDŽBENICI SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

MANUALIA UNIVERSITATIS STUDIORUM ZAGRABIENSIS



Nakladnik
Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Urednik
Prof. dr. sc. Radovan Marjanović Kavanagh

Tehnički urednik
Prof. dr. sc. Radovan Marjanović Kavanagh

Recenzenti
Prof. emeritus dr. sc. Nedjeljko Frančula
Prof. dr. sc. Krešimir Jelić
Prof. dr. sc. Damir Medak

Tisak
Multigraf Marketing d.o.o, Zagreb, Maksimirska 50a

Odlukom Senata Sveučilišta u Zagrebu od 12. veljače 2008. godine, odobrava se rukopisu pod naslovom **Rudarska mjerenja**, autora prof. dr. sc. Radovana Marjanovića Kavanagha, korištenje naziva **sveučilišni udžbenik** (Manualia universitatis studiorum Zagrabiensis).

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem: 667009

ISBN 978-953-6923-12-0

Radovan Marjanović Kavanagh

RUDARSKA MJERENJA

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU



RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET



Zagreb, 2008.

Autor:

Prof. dr. sc. Radovan Marjanović Kavanagh, dipl. inž. Geod.

Zavod za geofizička istraživanja i rudarska mjerenja,
RGN fakultet Zagreb

Objavljivanje ovog udžbenika financijski su potpomogli:

Ministarstvo znanosti i tehnologije Republike Hrvatske,
Državna geodetska uprava,
Zaklada Geofoto,
Geoteha,
Geodetski zavod Osijek.

PREDGOVOR

Knjiga „Rudarska mjerenja“ je nastala kao skup mojih dugogodišnjih predavanja na RGN fakultetu u Zagrebu. U knjizi je obuhvaćen dio (po mojoj ocjeni interesantnih) disciplina koji spada u rudarska mjerenja, ali se kod drugih autora sličnih udžbenika mogu naći ponešto drugačije teme. Za promatrača sa strane sadržaj knjige možda predstavlja čudan konglomerat, jer bi jedan dio sadržaja svakako mogao biti dio npr. mojeg udžbenika iz geodezije, dok bi drugi dijelovi knjige mogli biti u nekom statističkom priručniku, a također jedan dio zadire u strojarstvo ili elektrotehniku. No upravo su po tomu rudarska mjerenja specifična jer su kod njih zastupljene mnoge tehničke discipline. Ako se geodezija smatra multidisciplinarnom (matematika, fizika, elektrotehnika, strojarstvo i dr.), tada to još više vrijedi za rudarska mjerenja.

U novije vrijeme je kod nas jamska eksploatacija izgubila na značenju, ali se principi rudarskih mjerenja svakodnevno primjenjuju u cestogradnji kod izrade tunela. Principi i postupci rudarskih mjerenja postat će još interesantniji ako ili kad se u našem glavnom gradu Zagrebu započne s izgradnjom podzemne željeznice. Kod takvog projekta rudarska će mjerenja zasigurno biti jako zastupljena i važna. Rezultati dosadašnjih analiza potreba grada Zagreba za izgradnjom podzemne željeznice koje su rađene u nekoliko navrata, pokazale su da Zagrebu u ovom trenutku ne treba podzemna željeznica. No primjeri izgradnje podzemnih željeznica iz drugih sredina pokazali su da su to redovito projekti koji se realiziraju kroz vrlo dugi niz godina, a kada je sve „gotovo“, počinje nadogradnja, rekonstrukcija i proširenje. Većina će se složiti s konstatacijom da je promet u užem centru Zagreba već danas zreo za podzemnu željeznicu, pa bi za početak bilo dobro da se započne izgradnja npr. dvije linije zapad – istok, sa stanicama u užem centru (Ilica, Jelačićev trg, Maksimirska....) i druga linija sjever – jug (Gupčeva zvijezda, ispod Gornjeg grada, Savska ulica......). No dok ovakav projekt zaživi, pokazat će se potreba za postojanjem podzemne željeznice i u drugim dijelovima grada. Stoga se može pretpostaviti da će budući studenti rudarstva biti vrlo traženi specijalisti, a rudarska će mjerenja značajno dobiti na težini.

Siguran sam da će dijelovi ovog udžbenika unatoč naziva u naslovu biti od koristi i za studente geologije ali i drugih usmjerenja.

Koristim priliku da zahvalim svima koji su na bilo koji način doprinjeli da ova knjiga poprimi ovakav oblik, a posebno zahvaljujem recenzentima na korisnim savjetima i trudu. Naročito zahvaljujem Saši Kolaru, mom tehničaru u Zavodu za Geofizička istraživanja i rudarska mjerenja RGN fakulteta, za izradu većine slika.

Zahvaljujem mojoj obitelji na strpljenju i podršci, a ovu knjigu posvećujem mojim sinovima Marcelu i Alexu.

U Zagrebu, 2007. Dr. Radovan Marjanović Kavanagh

SADRŽAJ

BIBLIOGRAFIJA

Altiner, Y. (1999). Analytical Surface Deformation Theory for Detection of the Earth's Crust Movements. Springer-Verlag, Berlin — Heidelberg.

Baturić, J. (1957). Rudarska mjerenja I. i II. dio. Tehnička knjiga. Zagreb .

Benčić, D. (1990). Geodetski instrumenti. Školska knjiga. Zagreb.

Benčić, D., Dusman, F. (1994). Od mjerenja do mjeriteljske informacije — Prikaz i analiza osnovnih pojmova mjerne tehnike. Geodetski list, 2, str. 129-146.

Benčić, D., Dusman, F. (1995). Pojam i značenje mjerne ponovljivosti i obnovljivosti. Geodetski list, 2, str. 107-120.

Benčić, D. (1996). Osnovni pojmovi mjerne tehnike u svjetlu međunarodnih normi. Geodetski list, 2, str. 143-153.

Benčić, D., Dusman, F. (1996). Analiza višestrukih mjerenja. Geodetski list, 3, str. 255-267.

Benčić, D. (2003). Razvoj novih tehnologija i mjerne tehnike. Geodetski list, 1, str. 29-36.

Borš-Komponiec, V. I., Navitnij, A. M., Knjiš G. M. (1985). Markšeiderskoe delo. Nedra. Moskva.

Cimerman, V. (1960). Atlas geodetskih instrumenata. Tehnička knjiga. Zagreb.

Čeliković, R. (2005). Rudarska mjerenja. Univerzitet u Tuzli, Rudarsko-geološko-građevinski fakultet. Tuzla.

Čubranić, N. (1974). Viša geodezija I. dio. Sveučilište u Zagrebu. Zagreb.

Čubranić, N. (1967). Teorija pogrešaka s računom izjednačenja. Tehnička knjiga. Zagreb.

Frančula, N. (2000). Kartografske projekcije. Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet. Zagreb.

Frančula, N. (2000). Kartografska generalizacija. Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet. Zagreb.

Frančula, N. (2002). Digitalna kartografija. Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet. Zagreb.

Grgić, I., Kapović, Z., Šabić Grgić, N. (2007). Primjena GPS-a na uspostavi geodetske osnove za potrebe tunelogradnje. Geodetski list 2, str. 113-127.

Grossmann, W. (1962). Vermessungskunde I. Stückvermessung und Nivellieren. Sammlung Göschen Band 468. Walter de Gruyter & Co. Berlin.

Gubbins, D. (2004). Time Series Analysis and Inverse Theory for Geophysicists. Universitry Press, Cambridge.

Hektor, E., Witte. B. (1980). Kontinuierliche Messungen in der Ingenieurgeodäsie. RWTH-Aachen.

Hennecke, F., Müller G., Werner H. (1988). Handbuch Ingenieurvermessung Grundlagen. Veb Verlag für Bauwessen. Berlin.

Horvat, S. (1937). Geodetsko računanje. I. Teoretski dio. Osnove teorije pogrešaka i metode najmanjih kvadrata. Izdanje slušača Tehničkog fakulteta. Zagreb.

Höpke, W. (1980). Fehlerlehre und Ausgleichsrechnung. Walter de Gruyter. New York.

Janković, M. (1982). Inženjerska geodezija I.-III. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.

Kahmen. H. (1980). The estimation of weights of meteorologically influenced measurements. DGK-Reihe B, Heft Nr. 252. str. 29-39.

Kiričenko, A. (1982). Mjerenje deformacija i analiza naprezanja konstrukcija. DGIT, Zagreb.

Kujundžić, B., Nešović, M. (1982). Uputstva za tehničko osmatranje visokih brana. Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“. Beograd.

Lehmann, E., Töpfer, F., Zill, W. (1957). Vermessungskunde für Kartographen sovie alle ingenieurtechnischen Mitarbeiter des Karten-und Vermessungswesens.Veb Hermann Haack. Gotha.

Löhr, W., Wohlrab, E. (1958). Markscheidekunde für Bergschulen und für den praktischen Gebrauch. Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg.

Macarol, S. (1985). Praktična geodezija. Tehnička knjiga. Zagreb.

Marjanović Kavanagh, R, (1984). Mjerenje deformacija ekstenzometrima i tiltmetrima. Geodetskilist. Zagreb, 1-3, str. 15-24.

Marjanović Kavanagh, R. (1984). Senzori za određivanje linearnih pomaka. Geodetski list. Zagreb, 4-6, str. 107-116.

Marjanović Kavanagh, R. (1984). Principi filtracije i pripreme kontinuiranih mjerenja za obradu i analizu. Geodetski list. Zagreb, 7-9, str. 195-202.

Marjanović Kavanagh, R. (1984). Analiza registracije kontinuiranih mjerenja. Geodetski list. Zagreb 10-12, str. 261-273.

Marjanović Kavanagh, R. (1985). Povratna veza (feedback) kao sredstvo povečanja lineariteta i mjernog područja senzora za određivanje linearnih pomaka. Geodetski list. Zagreb, 1-3, str. 27-32.

Marjanović Kavanagh, R. (1995). Praćenje slijeganja kuće u Visokoj ulici 14 nakon raketiranja Gornjega grada u Zagrebu. Geodetski list br.2, Zagreb, str. 127-142.

Marjanović Kavanagh, R. (2006). Instrumentation for Terrestrial Measurements of Geodynamics and the Main Sources of Disturbance, in The Adria Microplate: GPS Geodesy, Tectonics and Hazards, Springer, Dordrecht; str. 209-222.

Marjanović Kavanagh, R. (2007). Žiroskopi za orijentaciju i inercijalni navigacijski sustavi. Kartografija i geoinformacije. 6, Izvanredni broj; str. 254-271.

Maznickij, A.S., Sova, V. G. (1979). Markšeidersko-geodezičeskie raboti na mestoroždeniah nefti i gaza. Nedra. Moskva.

Medak, D., Pribičević, B. (2003). Geodezija u građevinarstvu. V.B.Z., Grafički zavod Hrvatske d.o.o. Zagreb.

Meixner, H., Bukrinskij, V.A. (1977). Markscheidewesen für Bergbaufachrichtungen. Veb Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. Leipzig.

Niebuhr, J. (1980). Physikalische Messtechnik. Band I. Aufnehmer und Anpasser. R. Oldenburg Verlag. München ─ Wien.

Niemeier, W. (1989). Zur Auswertung geodätischer Messreihen. AVN. Karlsruhe, Heft 1, str. 41-59.

Niemczyk, O. (1951). Bergmänisches Vermesssungswesen. I-V. Akademie-Verlag. Berlin.

Ogloblin, D. N., Gerasimenko, G. I., Akimov, A. G., Zorja, M. N., Kozlovskij, G. I., Mirnjij, V. V., Mosiljnjij, S. G., Muzikantov, V. K., Nikoljskij, S. N., Panazov, M. G., Travnik, S. F., Fisenko, G. L., Ševerdin, P. G., Šurjisin, V. I. (1981). Markšeiderskoe delo. Nedra. Moskva.

Patarić, M. (1982). Rudarska merenja I. deo. Rudarsko-Geološki fakultet Beograd. Beograd.

Pavlović, V.N. (1949). Rudarska merenja. Naučna knjiga. Beograd.

Pelzer, H. (Hannover). (1978) Geodätische Überwachung dynamischer Systeme I. II International Symposium on deformation measurements by geodetic methods. FIG. Bonn.

Pelzer, H. (1980). Meßtechnische Möglichkeiten zur permanenten Überwachung von Bauwerken und Maschinenanlagen. AVN. Karlsruhe, Heft 1, str. 30-40.

Robinson, A. H. (1960). Elements of Cartography. John Wiley & sons. New York ─ London.

Rožić, N. (2007). Računska obrada geodetskih mjerenja. Sveučilište u Zagrebu. Zagreb.

Schnädelbach, K. (1978). Neuere Verfahren zur präzisen Längen- und Höchenmessung. AVN. Karlsruhe, Heft 1, str. 2-21.

Sedlar, J. (1949). Rudarska mjerenja. Nakladni zavod Hrvatske. Zagreb.

Shephered, F. A. (1983). Engineering Surveying problems and solutions. Edward Arnold Ltd, Thomson Litho Ltd, East Kilbridge. Scotland.

Solarić, N., Špoljarić, D. (2005). Nezavisna astronomska kontrola vanjske geodetske osnove tunela „Mala Kapela“. Geodetski list 1, str. 15-30.

Torge, W. (2001). Geodesy. Walter de Gruyter. New York.

Uhlich, P. (1901). Lehrbuch der Markscheidekunde. Craz & Gerlach (Joh. Stettner) Freiberg.

Uhren, J. (1984). Calculations for Engineering Surveys. Van Nostrand Reinhold (UK) Co. Ltd. Molly Millars Lane, Workingham, Berkshire. England.

Wellmer, F.-W. (1998). Statistical Evaluations in Exploration for Mineral Deposits, Springer-Verlag Berlin ─ Heidelberg ─ New York.

Wermeister, P. (1943). Lexikon der Vermessungskunde. Herbert Wichmann, Verlag, Berlin-Guenewald.

Werkmeister, P. (1949). Vermessungskunde II. Samlung Göschen, Band 469. Walter de Gruyter & Co. Berlin.

Werkmeister, P. (1949). Vermessungskunde III. Samlung Göschen, Band 862. Walter de Gruyter & Co. Berlin

Wilski, P. (1929). Lehrbuch der Markscheidekunde. Erster und zweiter Teil. Verlag von Julius Springer, Berlin.

KAZALO POJMOVA